

理 科

理科は **物理** **化学** **生物** のうち 2 科目を選択受験のこと。

物理 …… 1 頁 **化学** ……19 頁 **生物** ……34 頁

問題 **I** はマークシート方式, **II** は記述式である。

I の解答はマークシートに, **II** の解答は解答用紙に記入すること。

〔注 意 事 項〕

1. 監督者の指示があるまでは, この問題冊子を開かないこと。
2. マークシートは, コンピュータで処理するので, 折り曲げたり汚したりしないこと。
3. マークシートに, 氏名・受験番号を記入し, 科目選択・受験番号をマークする。
マークがない場合や誤って記入した場合の答案は無効となる。

受験番号のマーク例(13015の場合)

受 験 番 号				
1	3	0	1	5
万位	千位	百位	十位	一位
	①	●	①	①
●	①	①	●	①
②	②	②	②	②
③	●	③	③	③
④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	●
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

4. マークシートにマークするときは, HB または B の黒鉛筆を用いること。誤ってマークした場合には, 消しゴムで丁寧に消し, 消しゴムで完全に消すことができず, 新たにマークし直すこと。
5. 下記の例に従い, 正しくマークすること。

(例えば c と答えたいとき)

正しいマーク例



誤ったマーク例

○をする	a	b	○	d	e	f	g
∨をする	a	b	∨	d	e	f	g
完全にマークしない	a	b	●	d	e	f	g
枠からはみ出す	a	b	●	d	e	f	g

6. 各科目とも基本的に正解は一つであるが, 科目によっては二つ以上解答を求めている場合があるので設問をよく読み解答すること。
7. 解答は所定の位置に記入すること。

生 物

I

第1問 細胞に関する以下の各問い(問1～3)に答えよ。

(解答番号 1 ~ 17)

下の表は、ア～カの6種類の細胞を観察し、構造体a～eの有無を調べた結果をまとめたものである。表中+/-の記号は、存在する構造体については+、存在が確認できない構造体については-で示した。

細胞の種類 \ 構造体	a	b	c	d	e
ア	+	+	+	+	+
イ	+	+	+	-	+
ウ	+	-	-	+	-
エ	+	+	-	-	-
オ	+	+	+	-	-
カ	+	+	+	+	-

問1 構造体a～eに最も適当なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 1 ~ 5

- | | | |
|---------|-------|-----------|
| ① 核 膜 | ② 葉緑体 | ③ ミトコンドリア |
| ④ リボソーム | ⑤ 細胞壁 | |

問 2 次の A～I を観察した際に確認できる構造体の組み合わせは、表の A～カのどれに相当するか。最も適当なものを、①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。複数回同じものを選択してもよい。なお、A～カに該当する構造体の組み合わせがない場合は、⑦該当なしを選べ。 ～

① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ ⑦ 該当なし

A 根粒菌	B クラミドモナス	C ネンジュモ
D メタン生成菌	E 酵母菌	F ミドリムシ
G ツバキの葉の柔組織の細胞	H 体細胞分裂中期のマウスの培養細胞	
I ヒトの口腔上皮細胞		

問 3 3ドメイン説では、生物全体を、細菌ドメイン、古細菌ドメイン、真核生物ドメインの3つに分ける。以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 問2のA～Eのなかで、細菌ドメインに分類されるものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

- | | | |
|-------------|-----------|----------|
| ① A 根粒菌 | B クラミドモナス | |
| C ネンジュモ | D メタン生成菌 | |
| ② A 根粒菌 | B クラミドモナス | |
| C ネンジュモ | E 酵母菌 | |
| ③ B クラミドモナス | C ネンジュモ | D メタン生成菌 |
| ④ C ネンジュモ | D メタン生成菌 | E 酵母菌 |
| ⑤ A 根粒菌 | B クラミドモナス | |
| ⑥ A 根粒菌 | C ネンジュモ | |
| ⑦ B クラミドモナス | C ネンジュモ | |
| ⑧ B クラミドモナス | E 酵母菌 | |

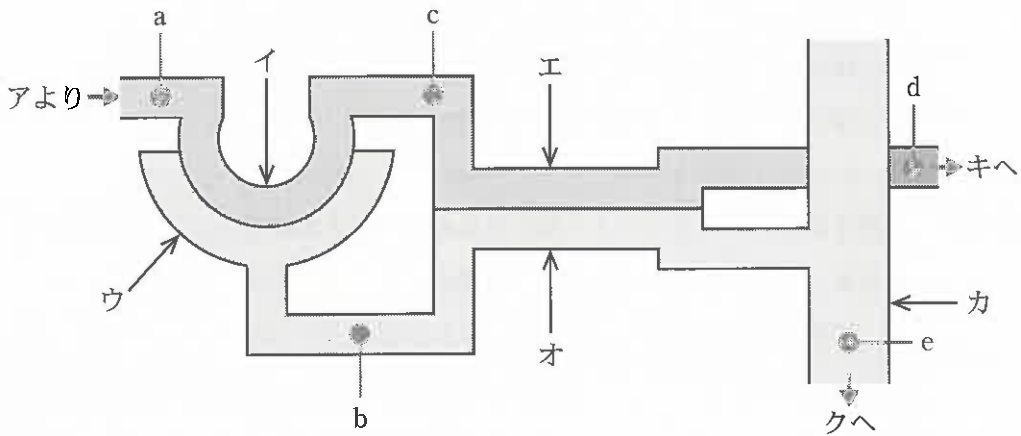
(2) 3ドメイン説が提唱された経緯とその内容として、最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 16

- ① 細胞構造や栄養生産の比較から、古細菌は、真核生物よりも細菌と近縁であることが示された。
- ② 細胞構造や栄養生産の比較から、古細菌は、細菌よりも真核生物と近縁であることが示された。
- ③ 分子データの比較から、古細菌は、真核生物よりも細菌と近縁であることが示された。
- ④ 分子データの比較から、古細菌は、細菌よりも真核生物と近縁であることが示された。

(3) 3ドメイン説を提唱したのは誰か。最も適当な人名を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

- ① ヘッケル ② シュバルツ ③ ウーズ
- ④ マーグリス ⑤ ホイタッカー

第2問 以下のヒトのネフロンを参考図を参考に、腎臓に関する各問い(問1~10)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕



問1 図のア~クの名称として最も適当なものを、次の①~⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 ~ 〕

- | | | |
|------------|----------|--------|
| ① 細尿管(腎細管) | ② ボーマンのう | ③ 糸球体 |
| ④ 腎 う | ⑤ 腎動脈 | ⑥ 腎静脈 |
| ⑦ リンパ管 | ⑧ 集合管 | ⑨ 毛細血管 |

問2 図のa~eはそれぞれの管の中を流れる液体を示している。a, bの成分で、どちらか片方にしか見られないものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 〕

- | | | |
|-----------|---------|------------|
| ① グルコース | ② タンパク質 | ③ ナトリウムイオン |
| ④ カリウムイオン | ⑤ 尿 素 | |

問3 図のb, eの成分で、どちらか片方にしか見られないものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 〕

- | | | |
|-----------|---------|------------|
| ① グルコース | ② タンパク質 | ③ ナトリウムイオン |
| ④ カリウムイオン | ⑤ 尿 素 | |

問 4 図のオにおけるナトリウムイオンの再吸収に関して最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① チャネルを介した能動輸送で再吸収している。
- ② チャネルを介した受動輸送で再吸収している。
- ③ 輸送体を介した能動輸送で再吸収している。
- ④ 輸送体を介した受動輸送で再吸収している。

問 5 問4におけるナトリウムイオンの再吸収を促すホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 鉱質コルチコイド ② 糖質コルチコイド ③ チロキシン
- ④ パラトルモン ⑤ バソプレシン ⑥ アドレナリン

問 6 問5のホルモンが合成される場所として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 視床下部 ② 脳下垂体前葉 ③ 脳下垂体後葉
- ④ 副腎皮質 ⑤ 副腎髄質 ⑥ 甲状腺

問 7 図のカにおける水の再吸収に関して最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 脂質二重層を透過する水の性質を利用して再吸収している。
- ② アクアポリンを介して再吸収している。
- ③ 輸送体を介した能動輸送で再吸収している。
- ④ 輸送体を介した受動輸送で再吸収している。

問 8 問7における水の再吸収を促すホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 鉱質コルチコイド ② 糖質コルチコイド ③ チロキシン
- ④ パラトルモン ⑤ バソプレシン ⑥ アドレナリン

問 9 問 8 のホルモンが合成される場所として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 16

- ① 視床下部 ② 脳下垂体前葉 ③ 脳下垂体後葉
④ 副腎皮質 ⑤ 副腎髄質 ⑥ 甲状腺

問10 イヌリンは糖の1種で、腎臓で100%ろ過され、再吸収は起こらない。イヌリンを血管に注入し、体内に均一に分布するまで十分待った後、図の a, b, e におけるイヌリンの濃度を測ったところ、下の表のような結果が得られた。水の再吸収の割合を99.2%、生成される尿量を1 mL/分として、以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

	a	b	e
イヌリン (質量%)	0.01	0.01	A

(1) A の値として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

17

- ① 0.80 ② 1.05 ③ 1.20 ④ 1.25 ⑤ 2.5

(2) d の流量が1249 mL/分だとすると、c における流量はどれくらいか、最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 18

- ① 1124 mL/分 ② 1125 mL/分
③ 1249 mL/分 ④ 1250 mL/分

(3) 水の再吸収の割合が1%減少して98.2%となった場合、尿量は何倍になるか、最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 19

- ① × 1.01 ② × 1.10 ③ × 1.25
④ × 2.10 ⑤ × 2.25

第3問 細胞間結合に関する以下の各問い(問1～3)に答えよ。

(解答番号 ~)

問1 細胞接着は動物の上皮細胞で発達しているが、上皮でないものを、次の

①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 表皮 ② 真皮 ③ 血管の内皮
④ つめ ⑤ 内分泌腺 ⑥ 汗腺

問2 動物の上皮組織にはギャップ結合と呼ばれる細胞間結合が見られる。

ギャップ結合に関する以下の(1)、(2)の問いに答えよ。

(1) ギャップ結合の説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 隣接した細胞が、中空のタンパク質によって結合している。
② 隣接した細胞が、糖タンパク質によって結合している。
③ 隣接した細胞が、多糖でできた構造によって結合している。
④ 隣接した細胞が、膜が一部融合した構造によって結合している。

(2) ギャップ結合を通過できるものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 無機イオンのみが通過できる。
② アミノ酸などの低分子の物質のみが通過できる。
③ 無機イオンやアミノ酸などの低分子の物質が通過できる。
④ 無機イオンやアミノ酸などの低分子の物質に加えて比較的大きなタンパク質も通過できる。

問 3 動物の上皮組織にはデスモソームと呼ばれる細胞間結合が見られる。デスモソームに関する以下の(1)~(5)の問いに答えよ。

(1) デスモソームの働きとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 細胞間にある物質が上皮組織から漏れだすことを防いでいる。
- ② 細胞のつながりを強固にし、形態を保持している。
- ③ 小さな分子を細胞間で通している。
- ④ 上皮を基底層に固定している。

(2) デスモソームにおける細胞間接着タンパク質として、最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① インテグリン
- ② コラーゲン
- ③ カドヘリン
- ④ フィブロネクチン

(3) 上の(2)のタンパク質の説明として最も適当なものを、次の①~③のうちから一つ選べ。

- ① 組織に特異的な多くの種類があり、同じ個体由来であれば、異なる組織の細胞どうしても結合できる。
- ② 組織に特異的な多くの種類があり、同じ個体由来であっても、異なる組織の細胞どうしても基本的には結合できない。
- ③ 個体ごとに1種類のみ存在し、同じ個体由来であれば、異なる組織の細胞どうしても結合できる。

(4) 上の(2)のタンパク質が働くのに必要なイオンは何か。最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① Na^+
- ② K^+
- ③ Mg^{2+}
- ④ Ca^{2+}
- ⑤ Fe^{2+}

(5) デスモソームと結合している細胞骨格は何か。最も適当なものを、次の①~③のうちから一つ選べ。

- ① アクチンフィラメント
- ② 微小管
- ③ 中間径フィラメント

II 植物の種子の発芽に関する以下の問い(問1~4)に答えよ。解答は記述式解答用紙に記入せよ。

ある植物は数種類のフィトクロムを持つ。PhyBはその一種で、他のフィトクロムと同様に P_{fr} 型と P_r 型が存在する。PhyBに関する以下の実験を行った。

実験1

- 1-1 遺伝子組換えにより、PhyBタンパク質と緑色蛍光タンパク質GFPとの融合タンパク質PhyB-GFPを発現できるアグロバクテリウムのプラスミドを作製した。プラスミドには抗生物質カナマイシンに対する耐性遺伝子も含まれている。
- 1-2 作製したプラスミドをアグロバクテリウムに組み込み、カナマイシンを含む培地で培養した。

実験2

- 2-1 野生型の葉を数ミリ角に切った断片(リーフディスク)を、実験1-2で調整したアグロバクテリウムを含む培養液に浸した。
- 2-2 リーフディスクを培養液から取り出し、一般的な植物細胞用の培地を含む寒天の入ったシャーレの上に置いた。寒天には植物ホルモンAとBが適切な比率で含まれている。また、アグロバクテリウム除去のための抗生物質カルベニシリンや、これとは異なる用途のための抗生物質も含まれている。
- 2-3 しばらくするとリーフディスクの切り口から不定形で白い細胞塊が形成された。
- 2-4 ホルモンAの濃度を低く、ホルモンBの濃度を高くして培養を続けると白い細胞塊から芽が形成された。
- 2-5 形成された芽を含む細胞塊を新しい寒天培地に移した。この寒天培地は、実験2-4で使った寒天培地と比べるとホルモンAの濃度は高く、ホルモンBの濃度は低く調整されている。新しい寒天培地でしばらく培養を続けて完全な植物体を得た。

2-6 実験 2-5 で得た形質転換体から 1 個体を選び、自家受精によって株化した。以降の実験には、この株を用いた。

2-7 形質転換体の種子を暗所に置き、赤色光と遠赤色光を交互に照射してみると、最後に照射した光が赤色光ならばほぼ全ての種子が発芽し、遠赤色光ならばほとんどの種子は発芽しなかった。この結果は野生型と全く同じであった。

実験 3

3-1 形質転換体の種子に遠赤色光または赤色光を十分な時間照射した。照射後すぐに胚の細胞内のどこに GFP の緑色蛍光が見られるかを顕微鏡で観察した。遠赤色光照射後は細胞質基質のみで緑色蛍光が見られたが、赤色光照射後は細胞質基質の蛍光は弱く、核に複数の粒状の強い緑色蛍光が観察された。

3-2 野生型および形質転換体の種子に遠赤色光または赤色光を十分な時間照射した。照射後すぐに胚をすりつぶし、遠心分離機を用いて、核(試料名 N)、その他の細胞小器官、それ以外(細胞質基質に含まれていた物質が主成分。試料名 C)に分け、試料 N および試料 C に含まれていた物質をそれぞれ採取した。

3-3 実験 3-2 で得た試料 N および試料 C の一部を取り分け、それらの溶液に GFP を特異的に認識する抗体を加えた。この抗体にはあらかじめ磁気を帯びたビーズが結合されているが、ビーズは非常に小さく、抗体による抗原の認識には影響を与えない。抗体を加えてから溶液をよく混ぜ、しばらくしてから、試験管の底に磁石を近づけると溶液内で沈殿が生じた。沈殿を残して溶液を捨て、沈殿を何度も洗浄してから採取した。

3-4 実験 3-2 および実験 3-3 で採取した試料中のタンパク質を変性して電気泳動した^{註1}。これをニトロセルロース膜に写し取り^{註2}、この膜を PhyB を特異的に認識する抗体(PhyB 抗体)液に浸した。抗体は放射性物質で標識されており、抗体が結合したポリペプチドのニトロセルロース膜上での位置を X 線フィルムに感光して調べることができる。結果を図 A, B に示す。

A 実験 3-2 の試料

野生型		形質転換体	
fr	red	fr	red
C N	C N	C N	C N
		—	—
—	—	—	—

B 実験 3-3 の試料

野生型		形質転換体	
fr	red	fr	red
C N	C N	C N	C N
		—	—
		—	—

図に関する注釈

fr : 遠赤色光照射後の試料

red : 赤色光照射後の試料

C : 細胞質基質からの試料

N : 核からの試料

なお、図のバンド(X線フィルムが感光した部分)の濃さや太さは抗体に認識されたポリペプチドの量を大まかに反映している。

注1 : タンパク質も DNA 同様にゲルを使った電気泳動によって分子量に従って分離できる。一次構造のみの状態に変性した試料をゲルに注入して通電すると、-電極から+電極へのポリペプチドの移動が起き、分子量の小さなものほど移動距離が大きい。ただし、タンパク質の電気泳動に使われるのはアガロースゲルではなくポリアクリルアミドゲルが一般的である。

注2 : 電気泳動後のポリペプチドは、互いの移動距離を保ったままで、紙に似たニトロセルロース膜に写し取られる。写し取られたポリペプチドは、その後の実験中にニトロセルロース膜から剥がれたり、位置が変化したりはしない。

注3 : すべての実験は理想的に行われており、また、実験操作の不備によるタンパク質の分解はないものとする。

問 1 下の(1)~(6)の文の空欄ア~ソに最も適当な語句を入れよ。

- (1) 実験 1-2 および実験 2-2 で抗生物質を含む培地を使った目的は、
[ア] を抗生物質に対する [イ] で容易に [ウ] して、
[ア] だけを培養するためである。
- (2) 実験 2-3 で得られた白い細胞塊は [エ] と呼ばれ、 [オ] 期に入っていた葉の細胞が [カ] 分化して生じたものである。また、植物ホルモン A は [キ] ，植物ホルモン B は [ク] である。
- (3) 実験 2-7 の結果からこの植物は [ケ] 種子をつくることがわかる。
- (4) 実験 3-2 で用いた、遠心分離機による細胞小器官の分離法を [コ] という。
- (5) 図 A, B では分子量マーカーが示されていないが、図 A の野生型と形質転換体でバンドの位置を比較することで電気泳動の方向が推測できる。共通して検出されているのは [サ] のバンドなので、形質転換体で検出されているもう一方のバンドは [シ] のものとわかる。 [サ] と [シ] では分子量の大きい [シ] の方が電気泳動ゲル上での移動距離は [ス] はずなので、試料は図 A, B では [セ] の方向に電気泳動されたことがわかる。
- (6) 実験 3-3 では GFP を特異的に認識する抗体による沈殿を採取したにも関わらず、この沈殿の中には [シ] 以外にも [サ] が含まれていたことが図 B からわかる。このことから、電気泳動を行う前の沈殿、さらには形質転換体の中では、 [サ] と [シ] のポリペプチドどちらが [ソ] して固有の四次構造をとっていたことが推測できる。

問 2 光照射と PhyB の存在する細胞内の位置との関係について実験 3-1 の結果から推測できることを、「P_{fr}型」「P_r型」「PhyB」「赤色光」「遠赤色光」の 5 つの単語を用いて 60 字以内で記述せよ。ただし、「P_{fr}」「P_r」「PhyB」はそれぞれ 1 字とする。

問 3 野生型における PhyB の四次構造に対する、光照射や細胞内の位置の影響の有無について、実験 3-2, 3-3, 3-4 の結果から推測できることを、問 1(6)を参考にしながら「波長」「細胞内の位置」の 2 つの単語を用いて 40 字以内で記述せよ。ただし、アルファベットを使う場合は問 2 と同様とする。

問 4 イネやコムギの種子の発芽に関する以下の文の空欄 a ~ h に最も適当な語を入れよ。ただし、a, c には植物ホルモン名が入る。

□ a □ を蓄積して休眠していた種子の □ b □ では、発芽に適した環境条件が整うと □ c □ が合成される。□ c □ は □ d □ の外側にある □ e □ に働きかけて □ f □ を分泌させる。□ d □ に分泌された □ f □ は、□ d □ に含まれる □ g □ を分子量の小さい □ h □ に分解する。生じた □ h □ は □ b □ に吸収され、成長に利用される。